

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-354064

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 37/317

H 0 1 J 37/317

A

C 2 3 C 14/48

C 2 3 C 14/48

Z

H 0 1 L 21/265

H 0 1 L 21/265

6 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-163678

(22)出願日

平成10年(1998)6月11日

(71)出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72)発明者 小方 誠司

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空
技術株式会社内

(72)発明者 国部 利寿

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空
技術株式会社内

(72)発明者 横尾 秀和

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空
技術株式会社内

(74)代理人 弁理士 北村 欣一 (外3名)

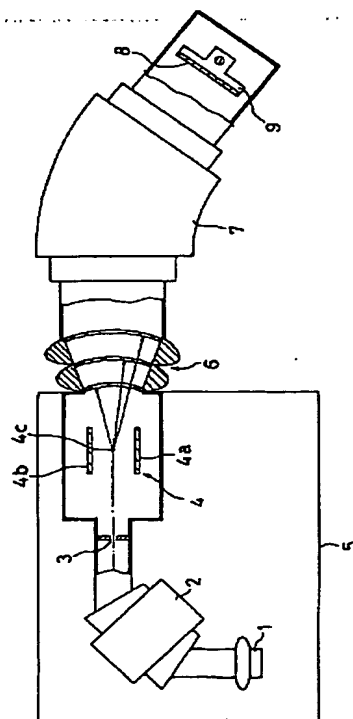
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 イオン注入装置

(57)【要約】

【課題】基板サイズが大型になっても装置が大型化せず、エネルギー汚染や分布異常の少ないイオン注入装置を提供する。

【解決手段】質量分離したイオンを所定のエネルギーに加速もしくは減速し、ビームの基準軸を含む走査面内のイオンビームの電磁的走査と、該走査面に直交する直線に沿ってイオン注入される基板を移動させる機械的走査とを組み合わせたイオン注入装置に於いて、該イオンビームの経路に質量分離を行うための第1の扇形電磁石2と質量分離スリット3を設け、該質量分離スリットの前方にビームを走査するための静電偏向器4と複数の円弧状の電極を備えた加速管6とを順次設け、さらに該加速管の前方に偏向面が該静電偏向器の偏向面に一致する第2の扇形電磁石7を設置し、該加速管の円弧状の電極の曲率中心と、該第2の扇形電磁石の入口側焦点とを、それぞれ該静電偏向器の偏向中心に一致させた。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】質量分離したイオンを所定のエネルギーに加速もしくは減速し、ビームの基準軸を含む走査面内のイオンビームの電磁的走査と、該走査面に直交する直線に沿ってイオン注入される基板を移動させる機械的走査とを組み合わせたイオン注入装置に於いて、該イオンビームの経路に質量分離を行うための第1の扇形電磁石と質量分離スリットを設け、該質量分離スリットの前方にビームを走査するための静電偏向器と複数の円弧状の電極を備えた加速管とを順次設け、さらに該加速管の前方に偏向面が該静電偏向器の偏向面に一致する第2の扇形電磁石を設置し、該加速管の円弧状の電極の曲率中心と、該第2の扇形電磁石の入口側焦点とを、それぞれ該静電偏向器の偏向中心に一致させたことを特徴とするイオン注入装置。

【請求項2】イオンビームを電磁的に走査する手段として、上記静電偏向器の代わりに走査用電磁石を設けたことを特徴とする請求項1に記載のイオン注入装置。

【請求項3】上記質量分離スリットと上記静電偏向器または上記走査用電磁石との間に、偏向面が上記走査面と一致する第3の扇形電磁石を設けたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のイオン注入装置。

【請求項4】イオンビームを電磁的に走査する手段として、上記静電偏向器の代わりに偏向面が上記走査面に一致する第3の扇形電磁石を設け、上記イオンビームの通過する真空チャンバーのうちで該第3の扇形電磁石が設けられている部分を電氣的に独立させ、さらに該第3の扇形電磁石を通過するイオンの電位を調整させることにより該走査面内でイオンビームを走査させることを特徴とする請求項1に記載のイオン注入装置。

【請求項5】上記第3の扇形電磁石の偏向面を、質量分離を行うための上記第1の扇形電磁石の偏向面と一致させ、且つ該第3の扇形電磁石での磁場の向きを該第1の扇形電磁石での磁場の向きと逆にすることにより、この部分でのビームの基準軸をS字もしくはZ字型としたことを特徴とする請求項3または請求項4に記載のイオン注入装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として半導体集積回路の製造工程に於いて、イオン化し且つ質量分離した化学元素を、基板への入射角度を一定に保ったまま、基板面上での注入量の分布として1%以下の均一性を保ちながら、数keVから数百keV程度のエネルギーで大径の基板に打ち込むためのイオン注入装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、中電流型イオン注入装置として例えば図7に示した構成の装置が知られている。この装置は、それぞれ独立した電位の与えられるイオン源aおよび質量分離のための第1扇形電磁石bが配置され、該第

2

1扇形電磁石bの前方には第1光軸cに沿って質量分離スリットd、円筒状の加速管e、多極電極からなる第1静電偏向器f、同じく多極電極からなる第2静電偏向器gが配置され、さらにその前方には固定された基板hが配置された構成を有する。

【0003】このイオン注入装置は、イオン源aから例えば30keVのエネルギーで引き出されたイオンは、第1扇形電磁石bと質量分離スリットdを通過することにより所定の質量のイオンのみに選別された後、第1光軸cに沿って飛行し、加速管eで数keVから数百keVの所定のエネルギーまで加速または減速される。所定のエネルギーに達したイオンは、第1静電偏向器fで第1光軸cを含むある面内で偏向され、第2静電偏向器gで第1静電偏向器fとはほぼ逆の方向に偏向され、固定された基板hに入射する。第1静電偏向器f及び第2静電偏向器gでの偏向角及び偏向面を変化させて2次元的に走査することにより、基板hに注入される角度を一定に保ったまま均一性良くイオンを注入することができる。

【0004】一般にイオン注入装置において、飛行中のイオンは、残留ガスとの衝突などによってその一部は電氣的に中性となり、電磁的に制御できなくなる可能性がある。このような中性粒子を除去する目的で、第2静電偏向器gと基板hは、第1光軸cに対して例えば7度程度ずらした第2光軸iを基準に設置されている。

【0005】また、従来の中電流型イオン注入装置の他の例として、加速管より前方の構成が図8に示す構成としたものも知られている。同図において、図示してない加速管を通過した質量分離され且つ所定のエネルギーとなったイオンは、走査用電磁石jにおいて一定の面内で走査される。該走査用電磁石jの前方には、その偏向面が走査用電磁石jでの走査面に一致するように第2扇形電磁石kが設けられ、基板hはその走査面に直交する方向に機械的に駆動されるプラテンlの上に設置されている。扇形電磁石は、一般にはイオンビームに対して凸レンズ作用を営むが、第2扇形電磁石kの入口側の焦点を走査用電磁石jでの偏向中心に一致させることにより、基板hに照射されるイオンの入射角度は、走査用電磁石jでの走査角度に関わりなく一定となる。走査用電磁石jでのイオンビームの走査とプラテンlの機械的走査を併用することにより、基板hに注入される角度を一定に保ったまま均一性良くイオンを注入することができる。

【0006】従来の中電流型イオン注入装置の更に他の例として、図9に示す構成のものが知られている。この装置では、質量分離スリットdの前方に一对の電極からなる静電偏向器mが設けられ、該静電偏向器mの前方にはイオンビームに対して強い凸レンズ作用を持たせた収束電磁石nを設け、その前方には静電偏向器mでの走査面に長手方向が一致する矩形加速管oが設けられる。基板hは、静電偏向器mでの走査面に直交する方向に機械

(3)

3

的に駆動されるプラテン1の上に設置されている。該収束電磁石nの入口側焦点を静電偏向器mでの偏向中心に一致させることにより、矩形加速管oに入射するビームの角度が走査角に関わらず一定となる。一般に加速管はイオンビームに対してレンズ作用を持つが、矩形の加速管の場合はその長手方向に関するレンズ作用は小さい。従って、矩形加速管oの長手方向を静電偏向器mでの偏向面に一致させることにより、基板hに照射されるイオンの入射角度は、静電偏向器mでの走査角度に関わりなく一定となる。静電偏向器mでのイオンビームの走査とプラテン1の機械的走査を併用することにより、基板hに注入される角度を一定に保ったままで均一性良くイオンを注入することが出来る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】半導体集積回路は、デバイスの高速化に伴って集積度が年々高くなると同時に、製造に用いられる基板の大きさが直径150mmから200、300mmへと年々大きくなっている。

【0008】半導体集積回路の製造で用いられるイオン注入装置の場合、飛行中のイオンが残留ガスとの衝突などによる荷電変換が原因となり、所定のエネルギーとは異なるエネルギーで注入されてしまういわゆるエネルギー汚染や、基板上で空間的に偏って化学元素が注入される分布異常などが、生産性を悪化させる大きな問題になっている。半導体デバイスの集積度が高くなるのに従って、エネルギー汚染や分布異常を低減させる要求が強くなっている。

【0009】さらに、基板サイズの大型化が生産性の向上を主目的としているものであり、基板サイズが大きくなるにも関わらず基板1枚あたりの処理時間を短縮することの要望が存する。イオン注入装置の場合、基板サイズが大型化するのに伴いイオンビームの電流も増大する必要があるが、その増大で基板に投入される熱量は増大し、脱ガスは増える傾向になるため、エネルギー汚染や分布異常はますます深刻な問題となりつつある。

【0010】一方、イオン注入装置は半導体製造装置の中でも比較的大型であるため、装置が大型になることは量産工場のレイアウトからは望ましくない。基板サイズが大型になるのに伴って、エンドステーションは必然的に大きくならざるを得ないので、イオンビームが飛行する領域を出来るだけ小さくしなければこの要望に応えられない。

【0011】図7の従来のイオン注入装置において、第2静電偏向器gを通過中のイオンの荷電変換は、基板hでの異常分布につながる。一方、第2静電偏向器gの内径はほぼ基板hのサイズと同等もしくはそれ以上に大きいため、基板からの脱ガスはただちに第2静電偏向器gの内部に拡散しやすく、この領域での圧力が増加しやすい傾向を持つ。したがって、ビーム電流の増加にともなって基板から脱ガスが増え、分布異常を引き起こしやす

4

い不都合がある。

【0012】また、図8で示す従来のイオン注入装置においては、走査電磁石jでの走査角度に関わらず一定の角度でイオンが基板hに注入されるためには、走査電磁石jは第2扇形電磁石kの入口側焦点におかれている必要がある。第2扇形電磁石kを通過するイオンのエネルギーは注入エネルギーに等しい。代表的な注入イオンである磷(P)を300keVで注入することを想定して第2扇形電磁石kに要求される仕様の例を挙げると、磁束密度が0.3ステラ、偏向角度が45度、軌道半径が1メートル、電磁石の入口から入口側焦点までの距離が1メートルとなる。その結果、走査電磁石jから基板hまでに必要な距離は3メートルにもなる。

【0013】さらに図9に示す構成のイオン注入装置も公知であり、この装置においては、収束電磁石nを通過するイオンのエネルギーはイオン源から引き出された際のエネルギーに等しいので、一般には30keV程度と比較的低い。したがって収束電磁石nは比較的小型で済み、図8の従来装置のように走査用電磁石jから第2扇形電磁石kまでの距離が長くなると言った問題は起こらない。しかし図9の装置では、基板hからの脱ガスは比較的容易に矩形加速管oの内部へ拡散しやすい構造のため、矩形加速管oにおいて加速もしくは減速されるイオンがガスとの衝突により荷電変換をおこし、所定のエネルギーとは異なったエネルギーで基板に注入され、エネルギー汚染を引き起こしやすい。

【0014】本発明は、上記の問題を解決し、基板サイズが大型になっても装置が大型化せず、エネルギー汚染や分布異常の少ないイオン注入装置を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明では、質量分離したイオンを所定のエネルギーに加速もしくは減速し、ビームの基準軸を含む走査面内でのイオンビームの電磁的走査と、該走査面に直交する直線に沿ってイオン注入される基板を移動させる機械的走査とを組み合わせたイオン注入装置に於いて、該イオンビームの経路に質量分離を行うための第1の扇形電磁石と質量分離スリットを設け、該質量分離スリットの前方にビームを走査するための静電偏向器と複数の円弧状の電極を備えた加速管とを順次設け、さらに該加速管の前方に偏向面が該静電偏向器の偏向面に一致する第2の扇形電磁石を設置し、該加速管の円弧状の電極の曲率中心と、該第2の扇形電磁石の入口側焦点とを、それぞれ該静電偏向器の偏向中心に一致させることにより、上記の目的を達成するようにした。該静電偏向器の代わりに走査用電磁石を設けることも可能であり、該質量分離スリットと該静電偏向器または走査用電磁石との間に、偏向面が上記走査面と一致する第3の扇形電磁石を設けることが好ましい。該静電偏向器の代わりに偏向面が上記走査面と一致する第3の扇

(4)

5

形電磁石を設け、上記イオンビームの通過する真空チャンパーのうちで該第3の扇形電磁石が設けられている部分を電氣的に独立させ、さらに該第3の扇形電磁石を通過するイオンの電位を変調させることにより該走査面内でイオンビームを走査してもよい。更に、該第3の扇形電磁石の偏向面を、質量分離を行うための上記第1の扇形電磁石の偏向面と一致させ、且つ該第3の扇形電磁石での磁場の向きを該第1の扇形電磁石での磁場の向きと逆にするにより、この部分でのビームの基準軸をS字もしくはZ字型とすることが好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づき説明すると、図1に於いて符号1はイオンをビーム状に出射するイオン源を示し、該イオン源1の前方にはイオンビーム中から特定のイオンのみを質量分離するための第1の扇形電磁石2と質量分離スリット3が設けられ、該スリット3の前方には一定の面内でイオンビームを走査するための一対の電極4a、4bからなる静電偏向器4が設けられる。これらは電氣的にグラウンドレベルから独立した電位にある高電圧ターミナル5の内部に置かれる。該静電偏向器4の前方には、その曲率中心が静電偏向器4における偏向中心4cに一致する円弧状の電極からなる加速管6が設けられ、その前方には、その入口側焦点が偏向中心4cに一致する位置に第2の扇形電磁石7を設け、さらにその前方に該静電偏向器4での走査面に直交する直線すなわち紙面に垂直方向の直線に沿って機械的に駆動できるプラテン9を設け、イオン注入されるべき基板8を該プラテン9に固定した。尚、静電偏向器4の代わりに走査用の電磁石（図示せず）を用いてもよい。

【0017】該加速管6は、図2に示したように、同心円筒の一部からなる円弧状の3枚の電極6a、6b、6cから構成されたもので、その第1の電極6aは高電圧ターミナル5と同電位であり、最終の電極6cは電氣的にグラウンドレベルにある。中間の電極6bの電位は任意であり、さらに同図においては中間の電極6bが1枚であるが必要に応じて2枚以上で構成してもよい。ただし、全ての電極は、走査器である静電偏向器4の偏向面4dにおける曲率中心が、該偏向器4での偏向中心4cに合致していることが必要である。

【0018】この例では、同心円筒の一部からなる円弧状の電極6a、6b、6cにより作られる電場は、そこに形成される電位に関わりなく、同心円の周方向（即ち角度の方向）の成分を持たない。従って、静電偏向器4で走査面4d内で走査された荷電粒子は、加速管6での加速もしくは減速に関わらず、走査面4d内での軌道は変化しないで直線運動を続ける。さらに、第2扇形電磁石7の入口側焦点が該偏向器4の偏向中心4cに一致しているので、第2扇形電磁石7を通過して基板8に入射するイオンは、該偏向器4での走査角および加速管6で

6

の加速もしくは減速に関わらず、基板8に対し一定の角度になる。この電磁的なビームの走査と同時に、走査面4dに直交する直線に沿ってプラテン9が基板8を機械的に走査することにより、基板8に対する角度を一定に保ったまま、均一性良くイオンを基板8に注入することが出来る。

【0019】一般に分布異常は、基板8にイオンビームが照射される際に生じる脱ガスによって引き起こされる。本発明はこの分布異常を解消することを一課題としており、これに関する影響を説明すれば以下の通りである。基板8のサイズが直径300mmの場合、ビームの走査する幅はほぼ40cm程度は必要である。この場合、図7に示した従来の装置における第2静電偏向器gの開口面積は1170cm²程度以上となるが、本発明の図1の例では、第2扇形電磁石7の開口の高さは10cm以下で十分であるので、その開口面積は400cm²程度となり、従来例の1/3程度になる。従って、第2扇形電磁石7の内部においてイオンビームが残留ガスと衝突して荷電変換を起こし、所定の軌道からずれて分布異常を引き起こす程度は、従来の第2静電偏向器gの場合に比べて数分の1以下となる。

【0020】本発明は加速もしくは減速の際に生じる荷電変換によって引き起こされるエネルギー汚染を解消することも課題としており、エネルギー汚染に関する影響を説明すれば次の通りである。一般に扇形電磁石の内部における荷電粒子の軌道半径Rは、 $R = (2M\phi / e) / 1/2 / B$ で与えられる。ここでMは荷電粒子の質量、 ϕ は静電ポテンシャル、eは電荷、Bは扇形電磁石の磁束密度である。加速もしくは減速の途中で荷電変換を起こした場合、荷電粒子の電荷eや静電ポテンシャル ϕ が大きく変化する。従って、これらの粒子の第2扇形電磁石7における軌道は所定のものとは大きく異なり、その大部分は基板8に到達しないと予測される。また、基板8と加速管6の間に第2扇形電磁石7が存在するため、基板8から発生した脱ガスが加速管6の内部にまで拡散する程度は図9の従来例に比べて圧倒的に小さくなる。従って、本発明によれば、エネルギー汚染が従来のものより圧倒的に少なくなる。

【0021】更に、本発明の装置では、静電偏向器4と第2扇形電磁石7との間に加速管6が組み込まれているので、従来装置のように加速管を静電偏向器とイオン源の間、もしくは収束電磁石と基板との間に置く必要がなく、この間の距離が有効に活用されている。また、図8の装置では、基板に注入されるエネルギーにまで加速されているイオンビームを走査するものであり、最高では300keV程度の高エネルギーのイオンビームを数度程度偏向する必要があるが、本発明の装置では、イオンビームのエネルギーが30keV程度と比較的小さい状態で偏向するから、静電偏向器4の大きさは図8の装置の第2走査用電磁石jの半分以下の大きさでよい。一般に加

(5)

7

速管の長さは0.5mないし1.0m程度であり、300keV程度のイオンビームを偏向する偏向器の長さも0.5m程度は必要である。本発明の場合、装置のビーム系の長さを図8のものに比べて少なくとも1m程度は短く実現することができる。

【0022】図3に示した装置は、本発明の他の実施例であり、これに於いては質量分離スリット3と静電偏向器4との間に第3の扇形電磁石10を設けた構成が図1のものと相違する。この第3の扇形電磁石10のイオン光学上の意味を図4a及び図4bに基づき原理的に説明すると以下の通りである。イオン注入装置においては、既に述べたように、基板への入射角度を一定に保ったままビームを基板上で走査する必要がある。これと同時に、イオンが均一性良く基板に照射されるためには、基板上でのビームスポットの大きさが基板の大きさに比較して十分に小さいことが望ましい。この二つの要件を満たすためには、質量分離スリット、ビームを走査する偏向器の偏向中心、凸レンズとしての第2扇形電磁石、基板、が図4aのような関係にあることが要求される。即ち、質量分離スリットAの凸レンズCによる像A'が基板D上に結像し、かつ偏向中心Bが凸レンズCの入口側焦点Eに一致することが必要である。この原理図4aから明らかなように、上記の条件は、質量分離スリットAと偏向中心Bはある程度の距離だけ離れていないと実現できない。これに対して、図4bに示したように、質量分離スリットAと偏向中心Bとの間に第2の凸レンズFを挿入することにより、この距離を大幅に短縮することが出来る。さらにイオンビームに対するレンズとして、図3のように第3の扇形電磁石10を採用することにより、質量分離スリット3と偏向器4との距離を短縮するだけでなく、図3に示したように高電圧ターミナル5の内部におけるビームの基準軸がU字型となり、装置の全長を大幅に短縮することが出来る。

【0023】図5に示した装置は、本発明の更に他の実施例であり、これに於いては第3の扇形電磁石10に囲まれる真空チャンパー部分が電氣的に独立とされ、且つ静電偏向器4が除かれた構成が図3のものと相違する。この例では、イオンビームの通過する真空チャンパーのうちで、前記第3扇形電磁石10を設けているチャンパー部分13を絶縁碍子12および絶縁碍子14により電氣的に独立させた。このチャンパー部分13の電位を高電圧ターミナル5に対して変調することにより、第3扇形電磁石10での偏向角を変化させ、これによりビームを走査することが出来る。この実施例では、図3の実施例で扇形電磁石10の前方に設けられていた偏向器4を

8

省略することができるので、図3の例よりも更に装置の全長を短くすることが出来る。

【0024】図6は本発明の更に他の実施例を示し、これに於いては第1扇形電磁石2でのビーム偏向方向を第3扇形電磁石10のそれと逆にした。イオン注入装置において最も頻繁にメンテナンスを必要とするのはイオン源1であり、図3の例ではイオン源1の着脱は高電圧ターミナル5と図示していないエンドステーションの間の空間から行う必要があるが、この図6の実施例では、イオン源1の着脱は装置の外側から行える。従ってこの場合は、装置を大型にすることなくイオン源のみを突出させて装置を構成することが出来ると共にメンテナンスが容易になる。

【0025】

【発明の効果】以上のように本発明によるときは、イオンビームの電磁的走査と基板の機械的走査とを組み合わせたイオン注入装置にイオンビーム経路に、第1扇形電磁石、質量分離スリット、静電偏向器、複数の円弧状からなる加速管、偏向面が該静電偏向器の偏向面に一致する第2の扇形電磁石を設置し、該加速管の円弧状の電極の曲率中心と、該第2の扇形電磁石の入口側焦点とを、それぞれ該静電偏向器の偏向中心に一致させたので、基板サイズが大型でも基板にイオンの分布異常やエネルギー汚染の少ないイオン注入を行え、装置を小型に構成できメンテナンスの容易なイオン注入装置が得られる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示す一部切断平面図

【図2】図1の加速管の模式的な斜視図

【図3】本発明の他の実施の形態を示す一部切断平面図

【図4】図3の例での光学的な原理の説明図

【図5】本発明の更に他の実施の形態を示す一部切断平面図

【図6】本発明の更に他の実施の形態を示す一部切断平面図

【図7】従来の中電流型イオン注入装置の説明図

【図8】従来の中電流型イオン注入装置の説明図

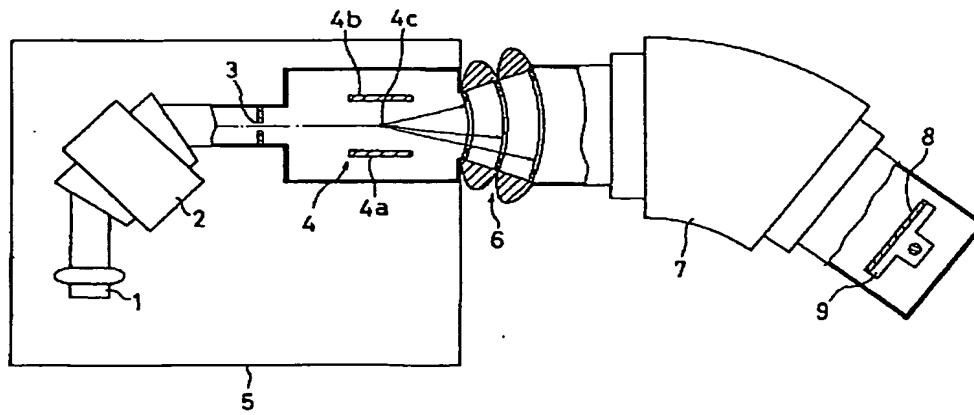
【図9】従来の中電流型イオン注入装置の説明図

【符号の説明】

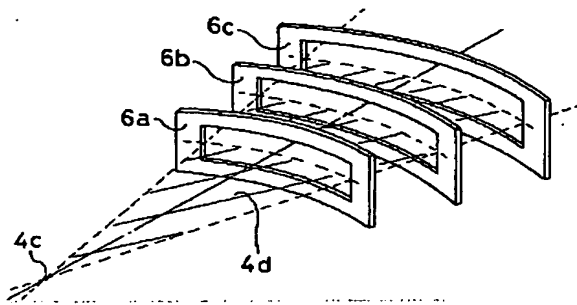
1 イオン源、2 第1の扇形電磁石、3 質量分離スリット、4 静電偏向器、5 高電圧ターミナル、6 加速管、7 第2の扇形電磁石、8 基板、9 プラテン、10 第3の扇形電磁石、

(6)

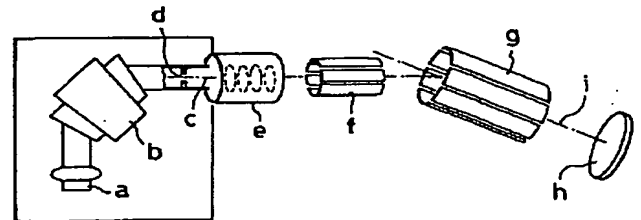
【図1】



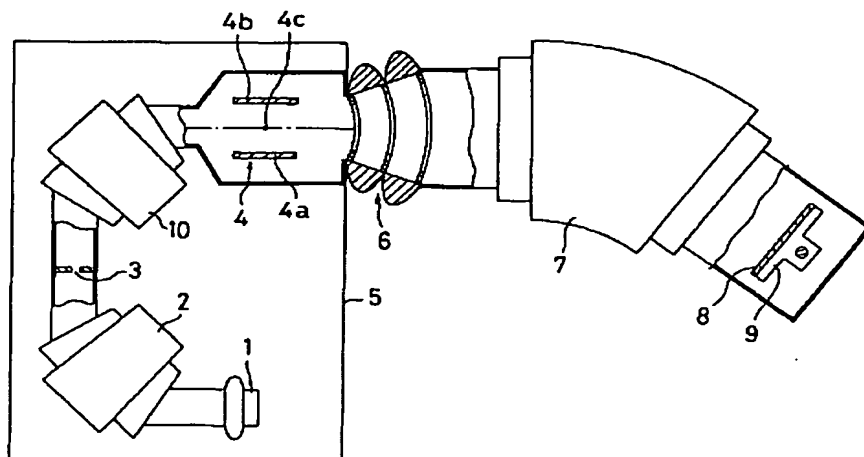
【図2】



【図7】

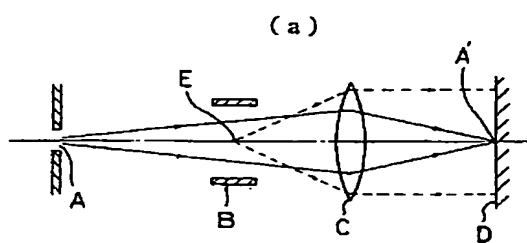


【図3】

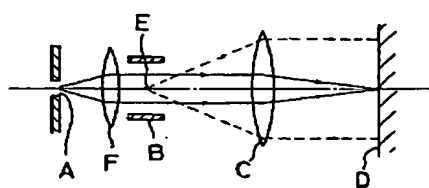


(7)

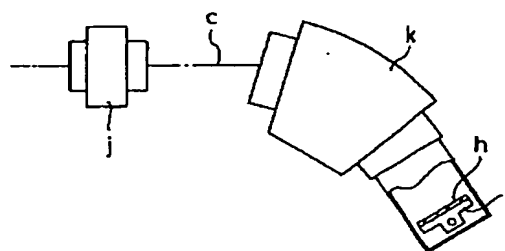
【図4】



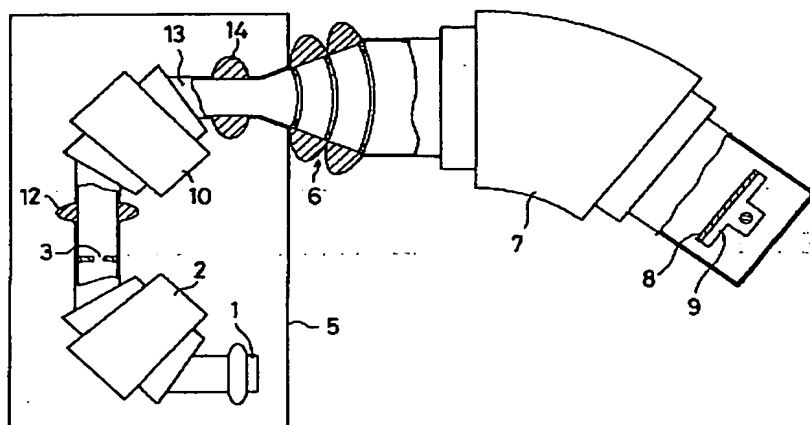
(b)



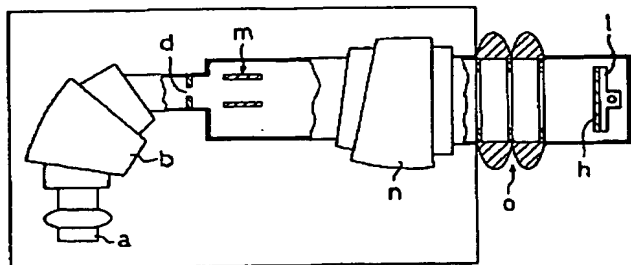
【図8】



【図5】

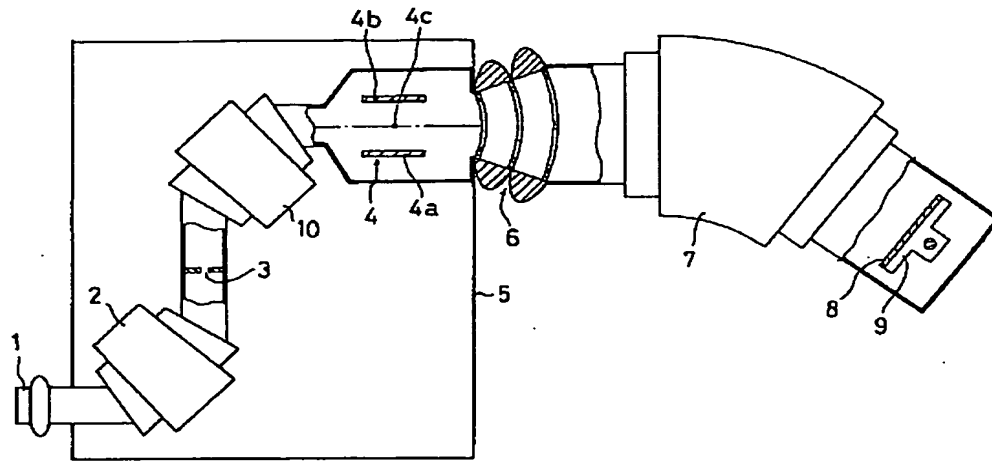


【図9】



(8)

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 西橋 勉
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空
技術株式会社内